

**ВТОРИЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ПРОДУКТИВНОСТИ
НИЗКООМНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ**

В.Е. Охотников, Е.Д. Черноусов

Научный руководитель профессор И.А. Мельник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние 30 лет на территории Западной Сибири было обнаружено множество нефтегазонасыщенных залежей, среди которых наблюдаются породы с аномально низким удельным электрическим сопротивлением. Такие месторождения с низким сопротивлением в большинстве случаев определяются водонасыщенными и пропускаются, поскольку использовалась интерпретация традиционного комплекса геофизических исследований скважин.

Изучением этого вопроса занимались такие специалисты и ученые как Ф.Я. Боркун, В. Г. Виноградов, К. И. Сокова, В. В. Семенов, Е. И. Леонтьев, Р. А. Шишкин, О.Г. Зарипов, В. П. Сонич и другие. На основе исследований данных авторов можно сделать вывод, что в водном растворе происходят процессы метасоматоза, которые создают некомпенсированные электрические заряды. В результате метаморфизма горных пород возникают катионы, которые снижают общее удельное электрическое сопротивление породы и создают межслойную проводимость. Таким образом, наличие вторичных процессов приводит к понижению удельного сопротивления пласта за счет накопления заряда на поверхности и чем выше их концентрация, тем ниже электрическое сопротивление [1-3]. В связи с этим, определение интенсивности вторичных процессов и степень их влияния на сопротивление породы является актуальной задачей. Инновационная технология интерпретации ГИС, используя данные новых и старых фондов материалов, может привести к получению дополнительной геохимической информации, увеличивая возможность нахождения пропущенных ранее углеводородонасыщенных залежей.

Новая технология статистической интерпретации материалов ГИС основана на следующем принципе: статистические параметры корреляционных зависимостей между выборками характеристик будут показывать воздействие интенсивностей процессов на породу, если эпигенетический процесс является причиной одновременного изменения двух (или более) исследуемых характеристик породы. Статистическая интенсивность вторичных процессов [1-3]:

$$i=YR^2$$

выражается в произведении таких параметров, где коэффициент аппроксимации (R^2) показывает качественную, а интервальный параметр (Y) выражает количественную меру статистических регрессионных связей. Технология статистической интерпретации материалов ГИС создана на уникальном программном комплексе на основе старого фонда материалов ГИС (НГК, либо НКТ, КС, ГК, ПС), которая в песчаных коллекторах позволяет рассчитать интенсивности таких вторичных процессов, как: пиритизация, каолинитизация, карбонатизация, пелитизация, образование ДЭС. Результаты лабораторных исследований керна подтвердили точность и достоверность технологии.

При увеличении интенсивности вторичных процессов также увеличивается межслойная проводимость, содержание катионов в двойном электрическом слое. За счет этого увеличивается электрическая проводимость, которая берется в расчет при стандартной интерпретации ГИС.

Рассмотрим возможность повышения эффективности обнаружения в нижнесреднеюрских отложениях нефтенасыщенных интервалов с помощью инновационной технологии статистической интерпретации материалов ГИС старого фонда. Для этого были изучены 22 нефтенасыщенных и 98 водонасыщенных песчаных пропластка в поисковых и разведочных скважинах Томской области [3].

Предположим, что изначально все песчаные интервалы интерпретировались с помощью стандартного способа, как перспективные нефтенасыщенные залежи. Коэффициент успешности в данном случае:

$$K_{станд} = 22/120 \approx 0,18$$

Настолько небольшой коэффициент успешности связан не только с внедрением допущения, что все испытанные песчаные интервалы изначально интерпретировались как перспективные нефтенасыщенные пласты, но и с использованием стандартного метода интерпретации.

Инновационной технологией статистической интерпретации материалов ГИС были изучены нижнесреднеюрские песчаные пласты месторождений Томской области. Таким образом, можно сделать вывод о том, что значения интенсивности пелитизации, пиритизации и двойного электрического слоя могут указывать на наличие нефти и газа в песчаных интервалах.

Таблица

Усредненные результаты статистической интерпретации ГИС для нефтенасыщенных и водонасыщенных интервалов нижней и средней юры Томской области

Содержание	$\langle i_{пир} \rangle$, интенсивность пиритизации	усл.ед.	$\langle i_{као} \rangle$, интенсивность каолинитизации	усл.ед.	$\langle i_{дэс} \rangle$, Статистический параметр ДЭС	усл.ед.
Нефть	0,17		0,09		0,24	
Вода	0,18		0,11		0,16	
Н/В	0,89		0,82		1,5	

Значения интенсивностей вторичных процессов пиритизации, каолинизации, статистического параметра ДЭС и содержания пирита в 120-ти испытанных пластах нижней и средней юры (для 98 непродуктивных интервалов и 22 нефтенасыщенных) были усреднены.

Анализ результатов таблицы указывают на незначительное снижение интенсивности вторичных процессов в продуктивных интервалах. Также средняя величина параметра $i_{ДЭС}$ в интервалах с нефтью в 1,5 раза больше, чем в интервалах с водой, что указывает на повышенную электрическую проводимость песчаников, насыщенных нефтью, в сравнении с песчаниками водонасыщенными [3]. Из всего этого следует, что данный параметр можно применять для обнаружения продуктивных пластов в нижнесреднеюрских отложениях.

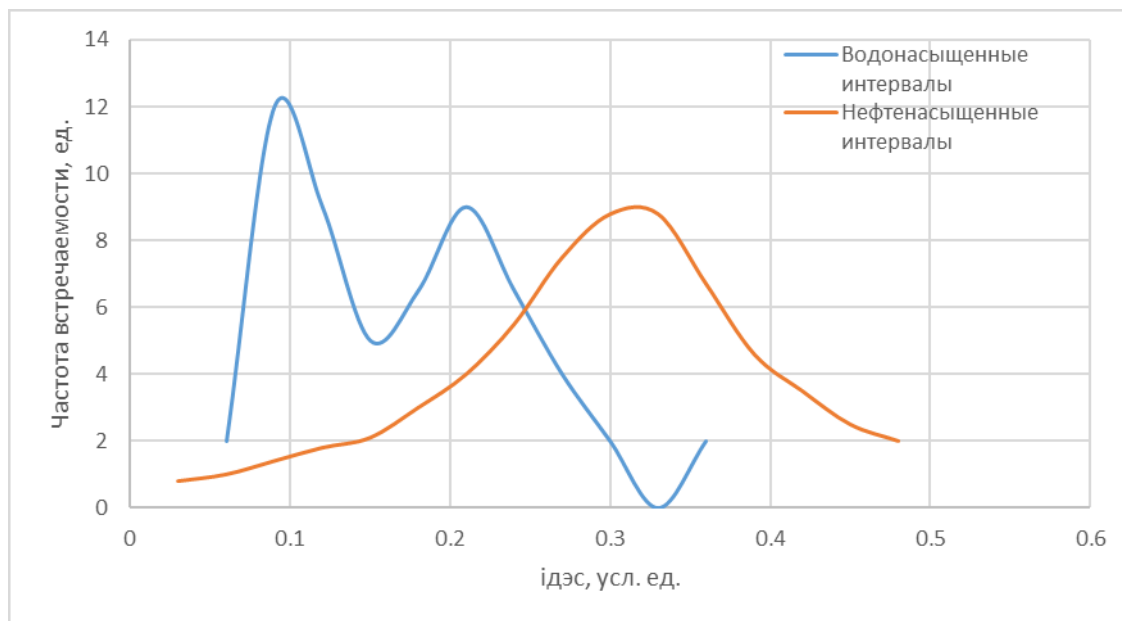


Рис. Гистограммы статистического параметра ДЭС глинистой фракции песчаных пород в нижнесреднеюрских отложениях Томской области

Анализ величин параметра ДЭС для 36-и водонасыщенных и 22-х нефтенасыщенных песчаников позволил определить граничную величину $i_{ДЭС(гр)} > 0,26$ усл.ед.. Это позволяет определить вероятность обнаружения нефтенасыщенных пластов. Как видно по гистограммам, количество нефтенасыщенных интервалов равно 9 из 12 водо- и нефтенасыщенных интервалов, следовательно, коэффициент успешности равен (рис.):

$$K_{ДЭС} = 9/12 = 0,75 \text{ д. ед.}$$

В этом случае в выборке осталось ~41% от общего количества нефтенасыщенных коллекторов. При этом коэффициент успешности статистической интерпретации, в сравнении с традиционным методом, увеличивается в 4 раза [3].

Величины граничных параметров и сами параметры-индикаторы УВ определяются эмпирически в зависимости от территории и ее геологии.

По результатам инновационной статистической интерпретации каротажных диаграмм в песчаных интервалах можно определять: пропущенные низкоомные нефтегазонасыщенные пропластки, качество флюидопоров, первопричину и вероятность образования углеводородного низкоомного интервала, относительные содержания различных элементов (железа, бор, калий), интенсивности вторичных процессов, а также концентрацию соответствующих вторичных минералов.

Таким образом, на основании материалов геофизических исследований скважин, как нового, так и старого фонда, мы будем получать геохимическую информацию, и выявлять пропущенные, при традиционной интерпретации нефтегазонасыщенные пласты с низким сопротивлением при изучении песчаных интервалов исследуемых скважин.

Литература

1. Мельник И.А. Причины образования нефтенасыщенных низкоомных коллекторов // Геология нефти и газа. – 2018. – № 6. – С. 129-136.
2. Мельник И. А., Шарф И.В., Иванова М.П. Статистический параметр двойного электрического слоя как индикатор нефтенасыщенности нижнесреднеюрских отложений Томской области // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 10. – С. 24-26.
3. Мельник И.А. Интенсивность вторичных процессов в песчаных отложениях как показатель их нефтегазонасыщенности // 6-е Кудрявцевские чтения – Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти. Москва, ЦГЭ, 20-24 октября 2018. – 7 с.